

東西電工株式会社 殿

試験報告書

空気清浄機による浮遊ウイルスの除去性能評価試験
(25 m³ 空間)

北生発 2020_0684 号

2021 年 1 月 8 日

神奈川県相模原市南区北里上丁目 15 番 1 号

一般財団法人 北里環境科学センター

理事長 山田 陽 城



試験内容を公表する際は、結果の表記等について専門的な立場から確認させていただいております。

なお、確認目的と申込様式は、ホームページに掲載しております。

(http://www.kitasato-e.or.jp/?page_id=87)

1. 表題

空気清浄機による浮遊ウイルスの除去性能評価試験 (25 m³空間)

2. 報告書番号

北生発 2020_0684 号

3. 目的

試験品を運転することによって、浮遊ウイルスをどの程度除去できるかを、一般社団法人日本電機工業会規格 JEM1467「家庭用空気清浄機」の附属書 D「浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験」を参考にして、6 畳の空間に相当する 25 m³試験チャンバーを用いて評価した。

4. 依頼者

東西電工株式会社

〒775-0001 徳島県海部郡牟岐町大字河内赤水 98-1

5. 試験機関

一般財団法人 北里環境科学センター

〒252-0329 神奈川県相模原市南区北里 1 丁目 15 番 1 号

6. 実施期間

2020 年 12 月 24 日～2020 年 12 月 28 日

7. 試験品

空気清浄機 / 2 台・・・別紙図 a

試験品 1 : エアフレッシュ UVC (LMAC1-12-B1)

試験品 2 : エアフレッシュ 2 (MAC1-12-B1)

8. 試験条件

1) 試験条件

自然減衰(コントロール) : 試験品を運転しない試験空間における試験ウイルス数の経時変動

試験品 : 空気清浄機を運転した試験空間における試験ウイルス数の経時変動

2) 作用時間

0、60、120、180分

9. 試験微生物

Escherichia coli phage MS2 NBRC 102619 (大腸菌ファージ MS2、以下試験ウイルス)

Escherichia coli NBRC 106373 (大腸菌、上記ファージの宿主菌、以下宿主菌)

10. 試薬および機器・器材

1) 主な試薬

- ・ Nutrient Broth (Difco、以下 NB)
- ・ 塩化ナトリウム (和光、特級)
- ・ Agar (Difco)
- ・ 普通寒天培地 (日水)
- ・ リン酸緩衝生理食塩水 (エルメックス、以下 PBS)
- ・ チオ硫酸ナトリウム (和光、一級)

2) 主な機器・器材

- ・ 25 m³ 試験チャンバー (幅 2.7×奥行 3.8×高さ 2.4 m、アメニティテクノロジー)
- ・ 攪拌ファン (YBS-B257、Yamazén)
- ・ レーザー式パーティクルカウンター (Model 3886、日本カノマックス)
- ・ 温湿度計 (TR-72Ui、T&D)
- ・ ネブライザー (Collison Nebulizer CN-31I、BGI)
- ・ ガラス製ミゼットインピンジャー (特注品、以下インピンジャー)
- ・ 気体検知管 (オゾン No.18L、ガステック)
- ・ 気体採取器 (ガステック)
- ・ 孔径 0.22 μm メンブランフィルタ (ボトルトップフィルタ、TPP)
- ・ インキュベーター (MIR-153、MIR-553、三洋)

11. 方法

1) 試験操作

試験系を別紙図 b~d に示した。25 m³ 試験チャンバー内に試験品と攪拌ファン、レーザー式パーティクルカウンター、および温湿度計をそれぞれ設置した。チャンバーの一側面には、ウイルス液噴霧口と浮遊ウイルス捕集口を設け、それぞれウイルス液噴霧器具と浮遊ウイルス捕集器具を接続した。

ウイルス液噴霧器具として、ウイルス液を入れたネブライザーを使用した。浮遊ウイルス捕集器具として、捕集液を入れたインピンジャーを使用した。

試験操作として別紙表 b の工程に従った。すなわち、チャンバー内の攪拌ファンを作動させながらウイルス液を 10 分間噴霧し、2 分攪拌した後にチャンバー内空気から初発（0 分）の浮遊ウイルスを捕集した。その後、攪拌ファンを止め、試験品を運転し 60、120、180 分後に浮遊ウイルスを捕集した。なお、①自然減衰（コントロール）は別紙表 a の工程で実施した。

2) 試験ウイルス液の調製

NB で、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ にて一晚培養した宿主菌液に、試験ウイルスを接種し、半流動寒天（NB+0.5%塩化ナトリウム+0.5%Agar）と混合して普通寒天培地に重層した。 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で 18 時間培養後、宿主菌を遠心除去し、孔径 $0.22 \mu\text{m}$ のメンブランフィルタでろ過して約 10^{11} PFU/mL の試験ウイルス液を得た。これを 1/10 濃度の NB で 200 倍に希釈し、試験に供した。

3) ウイルス液の噴霧

ウイルス液を入れたネブライザーに、コンプレッサーから圧縮空気を送り出し、ウイルス液をチャンバー内へ毎分約 0.2 mL で 10 分間噴霧して浮遊させた。なお、コンプレッサーからの吐出空気圧を 0.16 MPa とし、吐出空気量は 6.5 L/分であった。

4) 浮遊ウイルスの捕集

捕集液として 20 mL の 0.015%チオ硫酸ナトリウム添加 PBS を入れたインピンジャーを用いた。1 回の捕集につき、チャンバー内の空気を毎分 10 L で 2 分間（=20 L）吸引し、浮遊ウイルスを捕集した。

5) 浮遊ウイルス数の測定

浮遊ウイルス捕集後のインピンジャー内の捕集液を試料原液とし、PBS で 10 倍段階希釈列を作製した。その試料原液および希釈液 0.2 mL と宿主菌液 0.2 mL を半流動寒天 4.0 mL に混合して普通寒天培地に重層した後、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で 24 時間培養した。培養後、発生したプラークを数え、空気 20 L あたりの浮遊ウイルス数を求めた。

6) 浮遊ウイルスの抑制性能の評価

日本電機工業会規格 JEM1467「家庭用空気清浄機」の附属書 D「浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験」では 90 分間で 2.0 桁の減少が求められている（添付資料に記載）。本試験はこの規格を参考に、以下に示した方法で浮遊ウイルスの抑制性能を評価した。

初期（0 分）のウイルス数と経過時間ごとのウイルス数から対数減少値*1 を計算し、さらに、コントロールを差し引いた正味の対数減少値*2（減少率*3）を求め、試験品による浮遊ウイルスの抑制性能を評価した。

計算式を以下に示した。

*1 ; 対数減少値 = Log_{10} (初期のウイルス数 ÷ 経過時間ごとのウイルス数)

*2 ; 正味の対数減少値 = 試験品運転時の対数減少値 - コントロールの対数減少値

*3 ; 減少率 (%) = $\left(1 - \frac{1}{10^{(\text{正味の対数減少値})}} \right) \times 100$ (%)

本試験方法によって得られる正味の対数減少値が 2.0 以上のとき試験品の浮遊ウイルスに対する抑制効果があるものと判断した。

12. 結果

表 1 および図 1 に経過時間ごとの浮遊ウイルス数を示した。

表 2 および図 2 に経過時間ごとの浮遊ウイルス数から計算した浮遊ウイルス数の対数減少値と正味の対数減少値 (減少率) を示した。

本試験によって得られた正味の対数減少値 (減少率) は、「エアフレッシュ UVC」が 60 分で 0.1 (20%)、120 分で 0.3 (49%)、180 分で 0.1 (20%) であり、「エアフレッシュ 2」が 60 分で 1.7 (98%)、120 分で 2.3 (99.4%)、180 分で 2.8 (99.8%) であった。

また、「エアフレッシュ 2」試験時のオゾン濃度測定値を下記の表に示した。

表. 経過時間ごとのオゾン濃度 (検知管法) (ppm)

試験条件	時間(分)			
	0	60	120	180
エアフレッシュ 2	<0.025	0.3	0.4	0.5

測定器：オゾン検知管 (No.18L、ガステック)

13. 参考情報

参考データとして試験時におけるチャンバー内の浮遊粒子数および温湿度を示した。

14. コメント

「エアフレッシュ UVC」は 180 分でも対数減少値 (減少率) が 2.0 (99%) に達せず、浮遊ウイルスに対する抑制効果があるとは認められなかった。一方、「エアフレッシュ 2」は 120 分で対数減少値 (減少率) が 2.0 (99%) に達し、浮遊ウイルスに対する抑制効果が認められた。

以上

表 1. 25 m³空間における経過時間ごとの浮遊ウイルス数 (PFU/20 L-air)

試験条件	時間(分)			
	0	60	120	180
自然減衰 (コントロール)	800,000	530,000	370,000	220,000
エアフレッシュUVC (試験品1)	760,000	420,000	180,000	150,000
エアフレッシュ2 (試験品2)	880,000	12,000	2,000	330

試験品：空気清浄機

試験ウイルス：*Escherichia coli* phage MS2 NBRC 102619 (大腸菌ファージ)

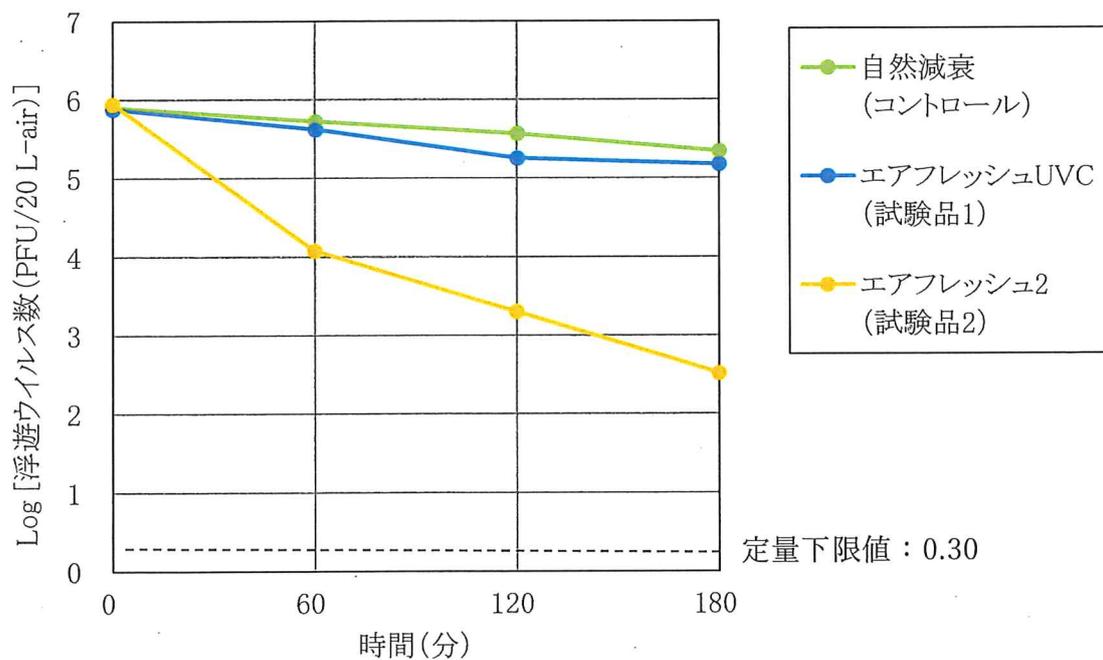


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 2. 正味の対数減少値と減少率 (%)

試験条件		時間(分)		
		60	120	180
自然減衰 (コントロール)	対数減少値	0.2	0.3	0.6
	正味の対数減少値 (減少率)	0.1 (20%)	0.3 (49%)	0.1 (20%)
エアフレッシュUVC (試験品1)	対数減少値	0.3	0.6	0.7
	正味の対数減少値 (減少率)	0.1 (20%)	0.3 (49%)	0.1 (20%)
エアフレッシュ2 (試験品2)	対数減少値	1.9	2.6	3.4
	正味の対数減少値 (減少率)	1.7 (98%)	2.3 (99.4%)	2.8 (99.8%)

対数減少値 = Log_{10} (初期のウイルス数 ÷ 経過時間ごとのウイルス数)

正味の対数減少値 = 試験品運転時の対数減少値 - コントロールの対数減少値

$$\text{減少率 (\%)} = \left(1 - \frac{1}{10^{(\text{対数減少値})}} \right) \times 100 \text{ (\%)}$$

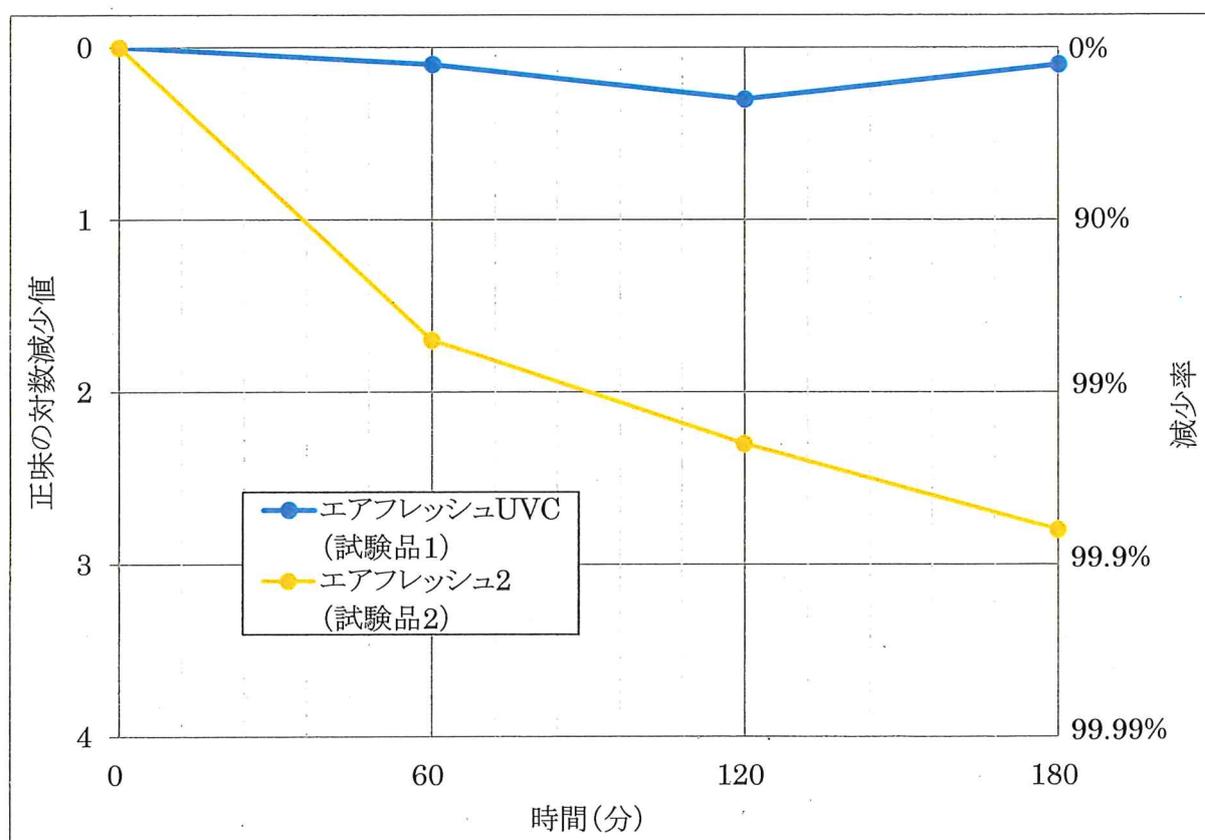


図 2. 正味の対数減少値